

Über die Verteilung der Bodenalgen in der Gipfelstufe der Öztaler Alpen

Von H. Reisigl

Es sind nun über hundert Jahre her, daß die Gebrüder SCHLAGINTWEIT zuerst das Großglocknergebiet (1846/1848), in den Jahren darauf die Westalpen (besonders Monte Rosa und Wallis) vor allem geographisch und geologisch erforschten und die Ergebnisse mit muster-gültiger Gründlichkeit in ihrem klassischen Werk „Untersuchungen über die physikalische Geographie und die Geologie der Alpen“ niederlegten. Neben ihrer eigentlichen Aufgabe sammelten sie eine größere Zahl von Pflanzen- und Erdproben in der nivalen Region und überließen sie Spezialisten zur Bearbeitung.

„So wie das Nilland in wesentlichen Proportionen aus kleinem Leben mitgebildet wird, so waltet auch das unvergänglich erdbildende Leben in einflußreichem Maße schon zwischen dem verwitterten Gestein der höchsten Alpengipfel.“ So schrieb EHRENBERG am Schlusse seines Berichtes „Über die mikroskopischen Organismen auf den höchsten Gipfeln der europäischen Centralalpen“, der als 8. Kapitel im 2. Band des SCHLAGINTWEIT'schen Werkes aufscheint. Hatte es bisher als erwiesen gegolten, daß mit dem Ausklingen der höheren Vegetation nach oben das organische Leben langsam verkümmere und schließlich ganz verschwinde, so konnte EHRENBERG erstmals nachweisen, daß die Bereiche des ewigen Schnees Leben nicht nur „als fortdauernde Erscheinung“ zulassen, sondern für manche Organismen sogar den alleinigen Lebensraum darstellen. („Viele der uns bekannten und befreundeten Formen sterben in jenen extremen Verhältnissen allerdings aus, gewisse Lebensformen gedeihen erst und allein in solchen Örtlichkeiten und eine Anzahl befindet sich darin nicht schlechter als in der gemäßigten Zone, da ihre Gestalten keineswegs verkümmert erscheinen, vielmehr wohlhäbig und kräftig in ihrem Kreise auftreten.“) EHRENBERG bei SCHLAGINTWEIT (1854). In den Proben der Brüder SCHLAGINTWEIT konnte EHRENBERG nicht weniger als 80 Mikroorganismen feststellen, und zwar hauptsächlich *Diatomeen*, *Rhizopoden*, die er „*Polygastern*“, *Desmidiaceen*, die er „*Phytolitharien*“ nennt, sowie einige *Rotatorien*, *Tardi-graden* und *Nematoden*. Um so mehr muß es verwundern, daß dieser vielversprechende Anfang — mit Ausnahme der Arbeiten von *R. Chodat* und seiner Schülerin *E. Kol* über die Organismen des Gletscherfirns (Kryophyten), *Huber-Pestalozzi* (Bernina-Seen, 1913), *Marchesoni* (epilithische Algen im Ortlergebiet, 1938/1939), *O. Jaag* (1945) und *W. Vischer* — bis heute eigentlich keine rechte Fortsetzung gefunden hat und wir über die freilebenden Algen des Bodens im Hochgebirge unverhältnismäßig schlecht unterrichtet sind.

Angeregt und ermutigt durch die schönen Erfolge VISCHER's (1945) bei der Erforschung der Bodenalgen der subalpinen Krummholzstufe im Unterengadin (Schweizer Nationalpark), begann ich 1951 zusammen mit meinem Freunde H. Pitschmann, ähnliche Untersuchungen auf die bisher so gut wie unbekanntem Verhältnisse in der Nivalstufe auszudehnen. Über die Flechten-, Moos- und Phanerogamenflora der Nivalstufe wurde bereits an a. O. kurz berichtet (PITSCHMANN und REISIGL, 1954a und b, REISIGL und PITSCHMANN, 1958), eine größere Arbeit über die Systematik der nivalen Bodenalgen wird demnächst erscheinen. Hier soll

nun kurz auf einige Fragen eingegangen werden, die die Verteilung der Algen im Boden betreffen.

Es war von vornherein klar, daß das Ziel dieser Arbeit lediglich die Gewinnung einer groben Übersicht über die vorhandenen Formen und womöglich auch ihrer Verbreitung in den verschiedenen Bodentypen sein konnte, eine erste Grundlage, auf der systematisch weitergebaut werden soll. Zu diesem Zweck wurden möglichst viele Erdproben aus verschiedenen Bodentiefen charakteristischer Biotope gesammelt. Von mineralischen Rohböden der Gipfel, aus Moränengrus und Schneeböden, aus Polstervegetation und Pionierrasen auf kalkarmer und kalkreicher Gesteinsunterlage. Aus diesem Material wurden im Botanischen Institut der Universität Innsbruck über 500 Algenkulturen herangezüchtet und laufend mikroskopisch kontrolliert, um so mit der Zeit das für die systematische Bearbeitung unerläßliche, möglichst vollständige Bild des gesamten Entwicklungsganges jeder Art zu gewinnen. Es wird vielleicht als Mangel empfunden werden, daß ich in meiner Arbeit keinerlei Angaben über die Menge, den quantitativen Anteil der einzelnen Arten an der Gesamtflora mache; wir müssen leider mit VISCHER darin übereinstimmen, daß es gegenwärtig noch keine wenigstens halbwegs exakte Methode zur Bestimmung des absoluten Algengehalts eines Bodens gibt. Die zum Teil imponierenden Zahlen, die FEHÉR, PETERSEN u. a. nennen, sind mit größter Vorsicht aufzunehmen. Sie mögen einen gewissen Anhaltspunkt für die Verteilung in den verschiedenen Tiefen eines Bodens geben, als absolute Werte sind sie sicher nicht vergleichbar.

Wir können also lediglich aus dem öfteren Auftreten einer Art in verschiedenen Proben Schlüsse auf die Gesamthäufigkeit ziehen. Es ist jedoch einschränkend zu bemerken, daß eine seltene Art an einem bestimmten Ort auch in größerer Menge vorkommen kann; umgekehrt muß eine weitverbreitete Form nicht überall reichlich vorhanden sein.

Die Verteilung der Algen im Boden

Der zweifellos interessanteste Teil einer Arbeit ähnlich der unseren beträfe die Synökologie der gefundenen Organismen, die kausale Erfassung der horizontalen und vertikalen Verbreitung der Algenbestände im Boden. Dafür fehlen heute leider noch alle Voraussetzungen, wissen wir doch über die Autökologie der meisten Boden-algen noch viel zu wenig. Es wird zunächst nötig sein, möglichst viele autökologische Daten in Kulturversuchen zu ermitteln, um dann durch Vergleich mit den durch Messung in der Natur gefundenen Werten ein allgemeines Bild der ökologischen Amplituden zu gewinnen. Andererseits wird vielleicht die floristische Analyse möglichst vieler Bodenproben Rückschlüsse auf Gesetzmäßigkeiten in der Zusammensetzung der Bodenalgengemeinschaften zulassen. Ein Haupthindernis liegt in dem sehr großen Zeitaufwand, den die Bearbeitung jeder einzelnen Probe beansprucht. Aber ehe die gefundenen Organismen nicht systematisch umgrenzt sind, läßt sich nicht zöenologisch damit operieren. Es ist dem Einzelnen einfach unmöglich, in angemessener Zeit so viele Proben zu bearbeiten, daß das Ergebnis statistisch gesichert erscheint. So

füßen auch meine Diagramme, in denen ich die horizontale und vertikale Verbreitung der Algen im Boden darzustellen versucht habe, auf relativ wenigen vergleichbaren Proben. Die allgemeinen Schlußfolgerungen sind daher nur bedingt verbindlich, und es wird, wenn erst mehr Proben ausgewertet sein werden, sicherlich Vieles berichtigt und ergänzt werden müssen. So kann und will diese Darstellung nicht mehr sein als ein Beispiel aus der Vielzahl von Möglichkeiten, die wir heute nicht einmal dem Umfang nach kennen. Keinesfalls darf aus dem Umstand, daß ich zum Vergleich Prozentzahlen angebe, geschlossen werden, es seien diese wahrscheinlich sehr losen Algen-„Vereine“ ihrem Wesen nach etwa einer der direkten Beobachtung zugänglichen, festgefühten Gesellschaft höherer Pflanzen vergleichbar. Wir müssen ja mit „blinden“ Proben arbeiten, und der methodische Umweg, auf dem wir die Verhältnisse am natürlichen Standort zu erschließen gezwungen sind, ist so groß, daß stets Vieles, unter ungünstigen Umständen das Meiste, nicht erfaßt werden kann. Es sei hier nur darauf hingewiesen, daß der künstliche Nährboden notgedrungen eine oft starke Auslese der Arten bedingt; andererseits zeigte es sich, daß viele triviale Arten euryözisch sind und sich in verschiedenen Böden und Bodentiefen vorfinden (z. B. *Coccomyxa*, *Stichococcus*, *Hormidium*). Stenözische „Leitarten“ fehlen dagegen oder lassen sich doch noch nicht als solche erkennen, da sie immer nur ein einziges Mal gefunden wurden, was bei der relativ geringen Zahl der Proben noch nicht zu Schlußfolgerungen berechtigt. Es schien mir verfrüht, bei den Boden-algen-„Vereinen“ nach Bindungen und Meidungen zu suchen, da die verfügbaren Werte dazu noch bei weitem nicht ausreichen. Vielleicht kann eine feinere Fassung des Lebensformbegriffes später zur Gliederung der Boden-algen Verwendung finden (z. B. *Coccale-Trichale*; oder *Autosporine-Zoosporine* — nicht im systematischen Sinn! oder nach der Art der Überdauerungsfähigkeit: vegetativ oder mit Dauerzellen). Allerdings kommen hier noch weitere Schwierigkeiten taxonomischer Art hinzu, da sich viele der bisher gezogenen Grenzen als durchaus künstlich erweisen.

Wahrscheinlich handelt es sich bei den Boden-algen-„Vereinen“ — ähnlich wie beim Plankton — überhaupt mehr um topographische als um wirklich ökologische Einheiten.

Für eine direkte Bindung der Algen an bestimmte Vegetations- oder Bodentypen ist jedenfalls vorderhand noch kein Beweis zu erbringen.

Die horizontale Verbreitung in verschiedenen Böden

In den hochalpin-nivalen Böden konnte ich bisher insgesamt 97 *freilebende Algen* nachweisen, die sich auf folgende Gruppen verteilen:

16 <i>Cyanophyceae</i>	6 <i>Chlorococcales</i>
2 <i>Diatomeae</i>	20 <i>Scenedesmales</i>
33 <i>Heterocontae</i>	12 <i>Chaetophorales</i>
3 <i>Volvocales</i>	5 <i>Desmidiiales</i>

29 Arten erwiesen sich als neu, und zwar 14 *Heterokonten* und 15 *Chlorophyceen*.

Als Grundlage für die Einteilung wähle ich den pH-Wert des Bodens, und zwar gliedere ich ganz grob nach wenig sauren bis neutralen Rohböden (auf den mineralreichen Glimmerschiefern des Schneebergzuges) und stärker sauren (sauere Gneise des westlichen Teiles), bzw. nach *Elynetum* und *Curvuletum*. Die Unterschiede sind durch stichprobenweise pH-Messungen mit Zahlen belegt. Ganz allgemein kann gesagt werden, daß die ± neutralen, kalkreichen Böden qualitativ wie quantitativ wesentlich reicher sind als die stärker sauren. In der Tabelle Fig. 1 sind die absoluten Artenzahlen sowie der prozentuelle Anteil der einzelnen Algengruppen an der Gesamtartenzahl zusammengestellt, das Blockdiagramm zeigt dasselbe graphisch, wobei die Balkenhöhe der Artenzahl entspricht. Das tatsächliche Verhältnis innerhalb der einzelnen Algengruppen zwischen kalkarmen und kalkreichen Rohböden, das bei dieser Darstellung unberücksichtigt sein mußte, ist darunter dargestellt. Beim Vergleich

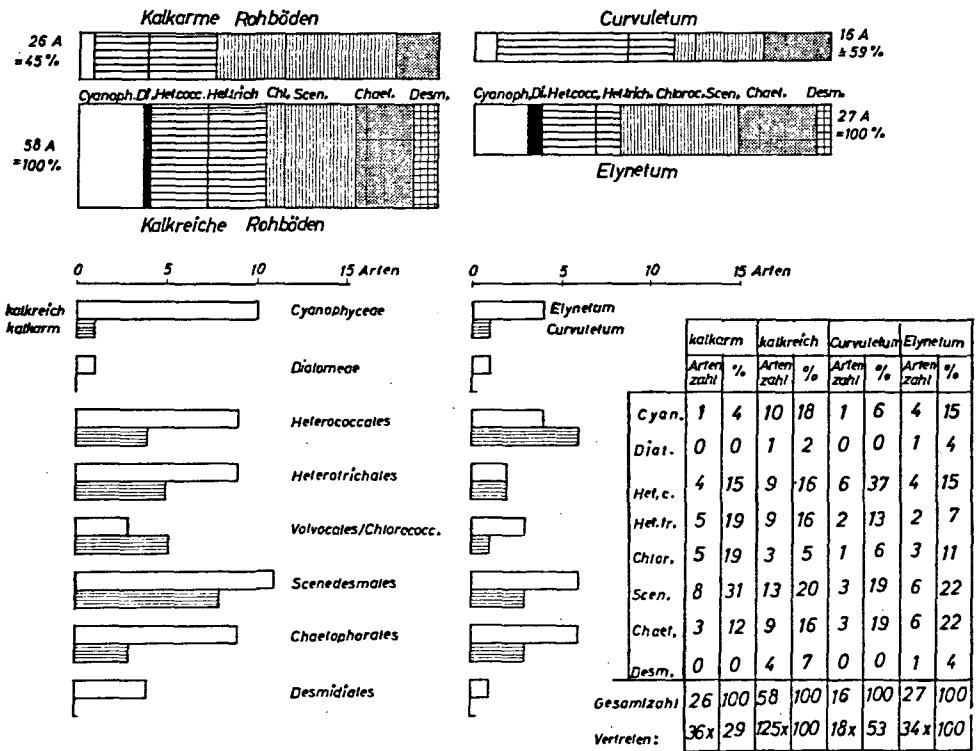


Fig.1: Horizontale Verteilung der Algen

von je 15 Proben zeigt es sich, daß in den neutralen Rohböden 58 Arten im ganzen 125mal gefunden wurden, in den stärker sauren aber nur 26 Arten (45%) lediglich 36mal, also nur ein Drittel so oft. Aus der Häufigkeit des Auftretens einer Art in mehreren vergleichbaren Proben darf wohl auch auf eine quantitativ reichere Entwicklung geschlossen werden. Während der Anteil bei allen übrigen Gruppen im sauren Boden nur maximal 61% der Artenzahl des neutralen Bodens erreicht, sind

die *Volvocales/Chlorococcales* überraschenderweise im sauren Milieu um 66% stärker vertreten. Dieselbe Darstellung für die Algenflora im *Elynetum* und *Curvuletum* erweist wiederum die Bevorzugung der weniger sauren Böden mit 27 Arten im *Elynetum* (34mal vertreten) gegenüber 16 Arten (59%) im *Curvuletum* (18mal vertreten, also nur halb so oft). Hier sind die *Diatomeen* ganz auf das *Elynetum* beschränkt, die *Hetrotrichales* sind mit je 2 Arten gleich, die *Heterococcales* sogar im sauren Bereich um 50% reicher vertreten als im neutralen, bei allen übrigen Gruppen ist die Zahl der Arten im sauren Boden wesentlich geringer (ungefähr die Hälfte) als im weniger sauren. Aus der Reihe fallen also in dieser Darstellung einerseits die *Volvocales/Chlorococcales*, die in den kalkarmen Rohböden reicher entwickelt waren als in den neutralen, dagegen im *Curvuletum* weniger oft aufschienen als im *Elynetum*. Umgekehrt verhielten sich die *Heterococcales*, die zwar im kalkreichen Rohboden mehr als doppelt so viel Vertreter besitzen als im kalkarmen, dagegen im *Curvuletum* artenreicher als im *Elynetum* sind. Dieses Ergebnis darf sicher nicht verallgemeinert werden, sondern muß auf die geringe Zahl der vergleichbaren Proben (je 3 aus *Curvuletum* und *Elynetum*) zurückgeführt werden. Zur Ergänzung noch einige absolute Werte: Die reichsten Proben überhaupt stammten aus *Elyneten* (Nr. 45 mit 20 Arten und kalkreichen Rohböden (Nr. 28 und Nr. 39 mit je 15 Arten), selbst das algenärmste unter 3 *Elyneten* beherbergte noch 6 Spezies. Dagegen konnten aus mehreren sauren Bodenproben (z. B. Nr. 40 und Nr. 42) nur je eine Art kultiviert werden; der artenreichste saure Boden (Nr. 2) enthielt 10 Formen.

Die vertikale Verteilung im Boden

Hier habe ich wieder die in Tab. Fig. 2 zusammengestellten Zahlen (Rohböden) in Blockdiagrammen graphisch darzustellen versucht, wobei als wichtigstes Ergebnis festgehalten werden kann, daß die Schichten wenig unter der Bodenoberfläche (vor allem die Wurzelzone der höheren Pflanzen) qualitativ, im Fall der kalkreichen Rohböden auch quantitativ reicher sind als die Oberfläche. Der Vergleich fällt wohl auch deswegen zu ungunsten der kalkarmen Böden aus, weil hier nur je 2 Proben gegenüber je 5 bei den kalkreichen zur Verfügung standen. Die Diagramme Fig. 2 geben den prozentuellen Anteil der einzelnen Algengruppen an der Gesamtzahl, getrennt für Bodenoberfläche und Rhizosphäre wieder; gleiche Algengruppen zweier Blocks können jedoch hier nicht miteinander verglichen werden. Das Artenverhältnis innerhalb einer systematischen Gruppe, für verschiedene Bodentiefen vergleichbar, ist daher darunter dargestellt.

Am auffallendsten zeigt sich der Unterschied zwischen der Oberfläche des mit Vegetation bestandenen Bodens auf kalkreicher Unterlage mit 25 Arten aus 8 Gruppen gegenüber 5 Arten aus 3 Gruppen in der Rhizosphäre eines sauren Bodens. Im kalkarmen Rohboden sind *Heterocontae* und *Chaetophorales* an der Oberfläche, die *Scenedesmales* dagegen in der Rhizosphäre reicher vertreten, die *Chlorococcales* halten sich mit je 2 Arten an der Oberfläche und in der Rhizosphäre das Gleich-

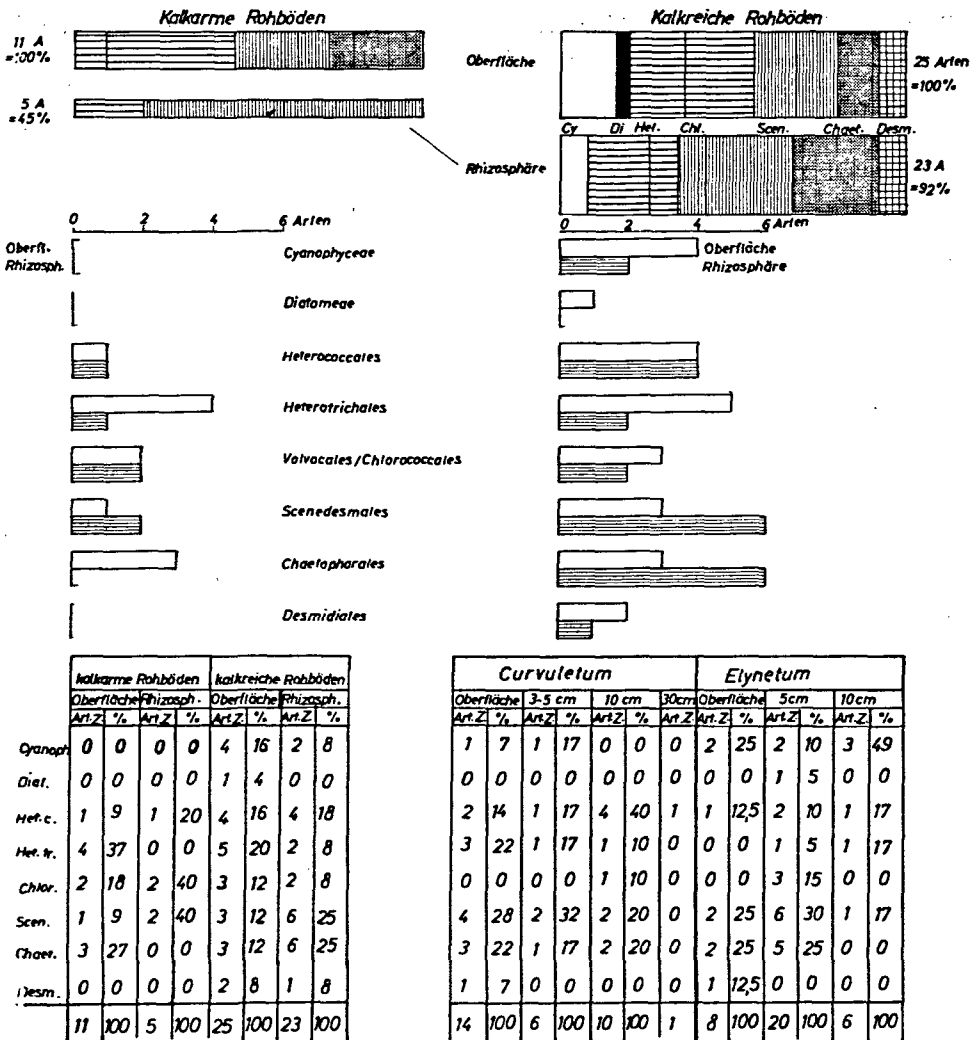


Fig. 2: Vertikale Verteilung der Algen

gewicht. Im kalkreichen Rohboden ist die Artenzahl bei allen Gruppen mit Ausnahme des *Scenedesmales* und *Chaetophorales* an der Bodenoberfläche größer als in tieferen Schichten. Wir sehen hier eine Art Antagonismus: einerseits sind die extremen klimatischen Bedingungen der Nivalstufe im Bodeninneren gemildert; außerdem ist der Wurzelbereich höherer Pflanzen besonders reich an organischem Material. Andererseits wird der Lichtgenuß mit zunehmender Bodentiefe stark herabgesetzt. Ob einige der von den Wurzeln ausgeschiedenen Stoffe auch direkt von den Algen verwertet werden können, ist fraglich. Jedenfalls konnte dieser „Rhizosphäreneffekt“ z. B. auch für *Phycomyceten* nachgewiesen werden (REINBOLDT 1951 und die dort zitierte Literatur).

Im *Curvuletum* liegt das Maximum der Algenentwicklung an der Bodenoberfläche (die hier relativ geschützt ist gegenüber nacktem Boden); ein zweites schwächeres Maximum liegt in 10 cm Tiefe, dann erfolgt offenbar eine sehr rasche Abnahme (in 30 cm nur noch eine Art). Die Verteilung der einzelnen Algengruppen in verschiedenen Tiefen folgt ziemlich genau diesem allgemeinen Bild (Diagramm Fig. 3).

Im Boden des *Elynetums* liegt das qualitative und das quantitative Maximum mit Abstand in der oberen Rhizosphäre (5 cm Tiefe) mit 20 Arten, die Artenzahl an der Oberfläche (8 Arten) ist ungefähr gleich wie in 10 cm Tiefe (6 Arten). Die vertikale Verteilung der einzelnen Algengruppen zeigt ebenfalls ein Maximum in 5 cm Tiefe. Nur die *Cyanophyceen* weisen in 10 cm Tiefe noch 3 Arten gegenüber je 2 an der Oberfläche und in der Wurzelzone auf.

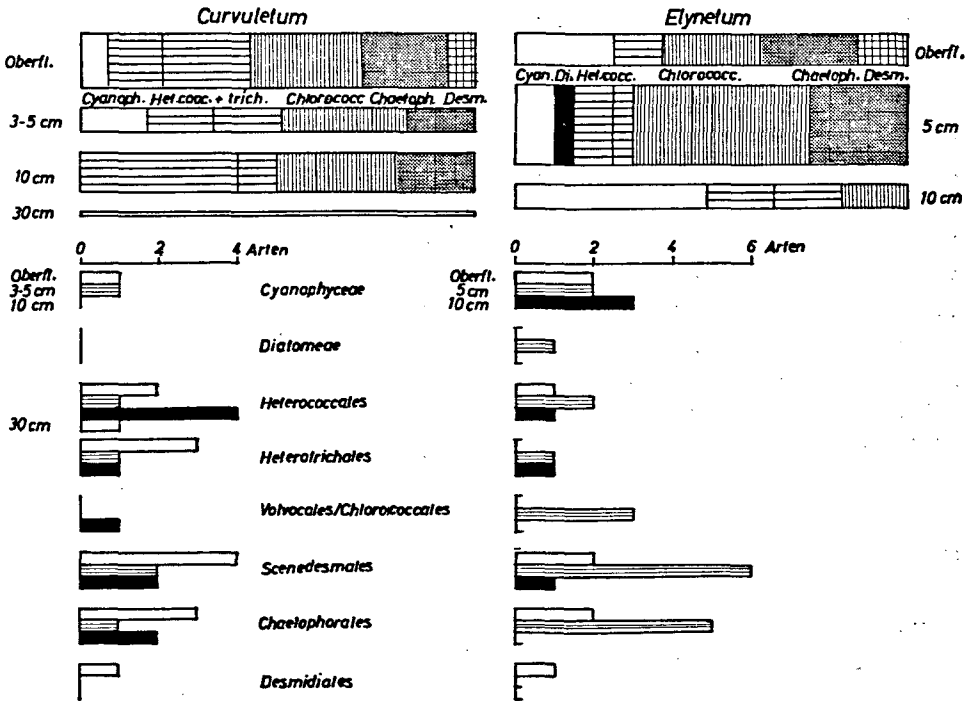


Fig. 3: Vertikale Verteilung der Algen

Leider fehlen ähnliche Untersuchungen über hochalpine Bodenalggen bisher völlig, so daß wir keine Vergleichsmöglichkeit besitzen. Am ehesten können noch die aus Eskimonaes in Ostgrönland (74° n. Br.) stammenden Proben PETERSEN's unseren hochalpin-nivalen Funden gegenübergestellt werden. Es handelt sich hier vorwiegend um Erde aus *Salix arctica*-Moos-Schneeböden; qualitativ und quantitativ waren die Algen an der Bodenoberfläche weitaus am reichsten vertreten, ein zweites quantitatives Maximum fand sich in 40 cm (!) Tiefe (es wurde bereits gesagt, daß diesen

quantitativen Methoden starke Mängel anhaften). Unter den insgesamt 28 festgestellten Arten waren die *Cyanophyceen* gegenüber dem Durchschnitt der dänischen Böden überrepräsentiert. Den größten Anteil an der grönländischen Bodenalgengflora stellen triviale, euryözische und daher weit verbreitete Formen, die ebenso in meinen Listen aufscheinen. Ich nenne davon nur: *Phormidium tenue*, *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia borealis*, *Chlorella*, *Muriella*, *Chlorococcum*, *Dictyococcus*, *Heterothrix*, *Heterococcus*, *Hormidium*, *Stichococcus*. Interessant ist vielleicht noch der Hinweis, daß einige der von mir in nivalen Böden gefundenen Algen von JALAS (1949) an nackten Bodenstellen im trocken-warmen Föhrenwald Südfinnlands gefunden wurden. Als weiteres Beispiel nenne ich die Arbeit von SHTINA (1959), deren Algenliste aus russischen Wiesenböden eine ganze Reihe von Arten mit meinen gemeinsam hat.

Diese letzten Angaben sind bereits ein Hinweis auf die Frage, ob eine eigene nivale Bodenalgengflora existiert. Obwohl unsere Kenntnisse erst am Anfang stehen, glaube ich diese Frage eher verneinen zu können; die Worte MESSIKOMMER's (1942), die wasserbewohnenden Hochgebirgsalgen betreffend, haben wohl ebenso für die Bodenalgeng Geltung. Die Erdalgengflora der Nivalregion ist eine verarmte Artengarnitur tieferer Stufen; nur die euryözischen Formen vermögen den extremen Bedingungen der Nivalstufe standzuhalten. Zusätzlich kann wahrscheinlich mit einer geringen Zahl vorwiegend oder ausschließlich in höheren Lagen verbreiteter Spezies gerechnet werden (z. B. die Gattung *Scotiella*). Die auslesende Wirkung extremer Standortbedingungen, die bei der höheren Vegetation zu besonderen Hochgebirgstypen mit ausgeprägten Anpassungen geführt hat, konnte bei der an sich einfachen Organisation der Bodenalgeng nicht so zur Geltung kommen. Als bemerkenswertes Beispiel einer Gattung mit extrem großer ökologischer Amplitude nenne ich *Heterococcus*, von dem nahe verwandte Arten einerseits im Wüstenboden der Sahara, andererseits in Rohböden im Himalaja in über 6000 m gefunden wurden (PITSCHMANN 1963).

Über Herkunft und Geschichte unserer heutigen Bodenalgengflora können wir nur Vermutungen hegen; es haben sich hier sehr wahrscheinlich im Verlaufe der Eiszeiten ähnliche Wanderungen und Vermischungen vollzogen, wie wir sie in viel stärkerem Maße von der übrigen Lebewelt kennen. Es darf nicht vergessen werden, daß die heutigen Lebensbedingungen in der Nivalstufe nicht wesentlich verschieden sind von den Verhältnissen, die während der Eiszeiten in weiten Teilen Europas herrschten. So dürfte die artenarme, triviale Bodenalgengflora der heutigen Schneestufe damals in einer der jetzigen recht ähnlichen Zusammensetzung auch in tiefen Lagen weit über die Alpen hinaus verbreitet gewesen sein.

Zum Schluß gebe ich noch eine Übersicht über die Höhenverteilung freilebender Bodenalgeng in den zentralen Ostalpen.

Höher als:	3000 m	3200 m	3400 m	3600 m	3800 m (Ortler)
<i>Cyanophyceae</i>	14	11	5	2	1 (Nostoc sp.)
<i>Diatomeae</i>	1	1			
<i>Heterococcales</i>	15	11	11	1	
<i>Heterotrichales</i>	15	11	5	2	
<i>Volvocales</i>	2	1			
<i>Chlorococcales</i>	5	4	4	1	
<i>Scenedesmales</i>	18	13	13	4	
<i>Chaetophorales</i>	11	8	8	2	1 (Diplosphaera)
<i>Desmidiiales</i>	4	3	1		
Zusammen:	85	63	47	12	2

Literaturverzeichnis

- CHODAT, R. (1896): La flora des neiges du col des Ecardies. — Bull. Herb. Boiss. 4.
— (1909): Sur la neige verte du glacier d'Argentière. — Bull. Soc. Bot. Geneve, 12me ser.
EHRENBERG, C. G. (1854): Bericht über die mikroskopischen Organismen auf den höchsten Gipfeln der europäischen Centralalpen. — In: SCHLAGINWEIT.
FEHÉR, D. (1933): Untersuchungen über die Mikrobiologie des Waldbodens. Berlin.
JAAG, O. (1954): Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland. — Beiträge z. Kryptogamenflora d. Schweiz, 9, H. 3.
JALAS, J. (1948): Algen von einigen sonnenexponierten Osabhängen. Arch. Soc. Zool. Bot. Fenn. „Vanamo” 3.
KOL, E. (1943): La Biologie de la Cryovégétation des Alpes Valaisannes et du Massif du Montblanc. — Bull. Soc. Bot. Geneve, 2me ser. 25.
— (1935): Cryobiologische Studien am Jungfraujoch und dessen Umgebung. Beih. Bot. Central Bl. 53 A.
— et CHODAT, F. (1934): Quelques algues nouvelles des sols et de la neige du Parc National Suisse. — Bull. Soc. Bot. Geneve 25.
MARCHESONI, V. (1938): Le alge epilittiche del piano nivale del Cevedale. Mem. R. Acad. Sc. Lett. Art. Padova.
— (1939): Le alge epilittiche di alta montagna nel gruppo del Cevedale. Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s. 46.
MESSIKOMMER, E. (1942): Beiträge zur Kenntnis der Algenflora und -vegetation des Hochgebirges um Davos. — Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz. H. 24.
PETERSEN, J. B. (1915): Studier over Danske Aerophile Alger. — Dansk Vidensk. Selsk. Skrifter, 7. R., Naturv. Mathem. Afd. XII, 7.
— (1928): The aerial algae of Island. — The Botanist of Isl. 2.
— (1932): The algal vegetation of Hammer Bakker. — Bot. Tidsk. 42.
— (1935): Studies on the biology and taxonomy of soil algae. — Dansk Bot. Archiv 8, Nr. 9.

- PITSCHMANN, H. (1963): Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung *Heterococcus Nova Hedwigia*, Bd. V.
- REINBOLDT, B. (1951): Über die Verteilung einiger niederer Phycomyceten im Erdboden. — Arch. Mikrobiol. 16.
- SCHLAGINTWEIT, A. u. H. — Untersuchungen über die Physicalische Geographie und die Geologie der Alpen. — Leipzig 1850.
- (1854): Neue Untersuchungen . . . Leipzig.
- SCHTINA, E. A. (1959): Algae solorum caespitoso-podzolensium regionis Kirovskensis. — Acta Inst. Bot. Komarov. Acad. Sc. URSS, ser. II, fasc. 12.
- VISCHER, W. (1945): Heterokonten aus alpinen Böden, speziell dem Schweizerischen Nationalpark. — Erg. wiss. Unters. Schweiz. N. P., n. F., Bd. 1.

Anschrift des Verfassers: Dr. Herbert Reisigl, Botanisches Institut der Universität Innsbruck, Sternwartestraße 15.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: [53](#)

Autor(en)/Author(s): Reisigl Herbert

Artikel/Article: [Über die Verteilung der Bodenalgae in der Gipfelstufe der Öztaler Alpen. 163-172](#)